

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-220147

(43)Date of publication of application : 09.08.1994

C08F299/02

C08F 2/44

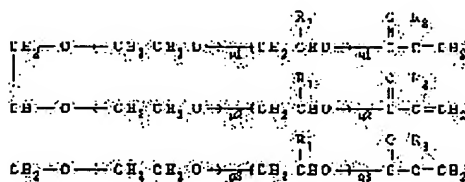
H01B 1/06

H01M 4/60

H01M 10/40

(72)Inventor : TAKEDA KAZUNARI  
IDO SHUICHI

(57)Abstract:

$$R_1-CH_2-CH_2-O-\overset{R_2}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\overset{O-R_H}{\underset{|}{C}}-C=CH_2$$
$$\text{CE}_2 = \overset{\text{H}_2\text{C}}{\underset{\text{I}}{\text{C}}} - \overset{\text{H}_2\text{C}}{\text{C}} - (\text{CH}_2, \text{C}(\text{H}_2, \text{O}))_n (\text{CE}_2, \text{C}(\text{H}_2, \text{O})) - \overset{\text{H}_2\text{C}}{\underset{\text{I}}{\text{C}}} - \text{CE}_2$$


15.07.1999

3306150

10.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-220147

(43)公開日 平成 6 年(1994) 8 月 9 日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 8 F 299/02	M R S	7442-4 J		
2/44	M C P	7442-4 J		
H 0 1 B 1/06		A 7244-5 G		
H 0 1 M 4/60				
10/40	Z			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-11494

(22)出願日 平成 5 年(1993) 1 月 27 日

(71)出願人 000006688

株式会社ユアサコーポレーション  
大阪府高槻市城西町 6 番 6 号

(72)発明者 武田 一成

大阪府高槻市城西町 6 番 6 号 株式会社ユ  
アサコーポレーション内

(72)発明者 井土 秀一

大阪府高槻市城西町 6 番 6 号 株式会社ユ  
アサコーポレーション内

(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 イオン伝導性高分子化合物

(57)【要約】

【目的】 イオン伝導性及び機械的特性が共に優れてい  
るイオン伝導性高分子化合物を提供することである。

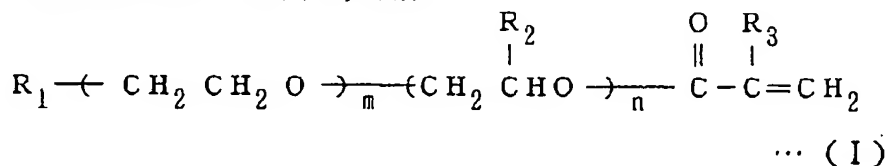
【構成】 1 種以上のイオン性化合物を溶解状態で含有  
しており、所定の高分子化合物を重合してなるものであ  
ることを特徴とするイオン伝導性高分子化合物である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1種以上のイオン性化合物を溶解状態で含有しており、式(I)、式(II)、及び式(III)で示される各高分子化合物の内の少なくとも式(III)の高分子\*

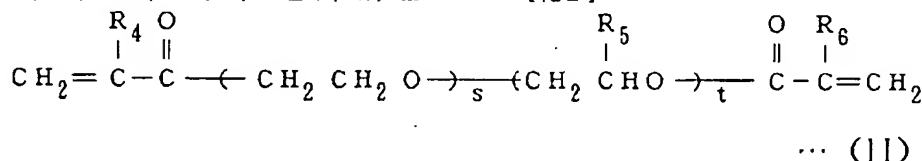
\* 子化合物を、重合してなるものであることを特徴とするイオン伝導性高分子化合物。

【化1】



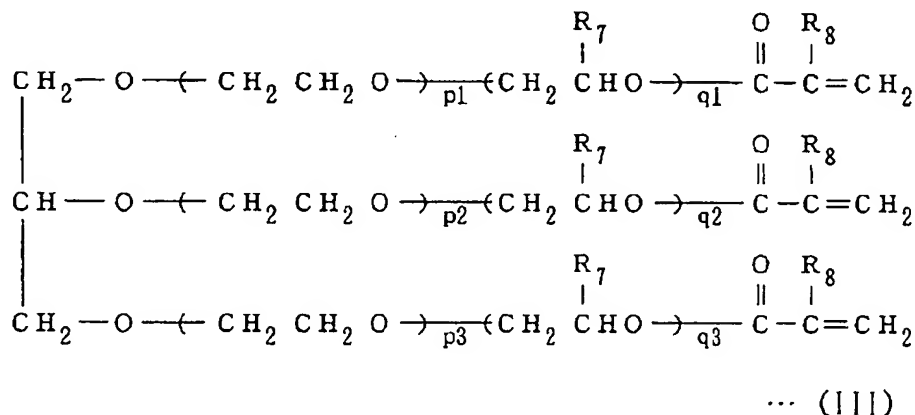
( $R_1, R_2, R_3$ は、水素、又は炭素数1以上の低級アルキル基であり、 $m, n$ は、 $m \geq 1, n \geq 0, n/m = \ast$  ※ 0~5の範囲にある整数である)

【化2】



( $R_4, R_5, R_6$ は、水素、又は炭素数1以上の低級アルキル基であり、 $s, t$ は、 $s \geq 3, t \geq 0, t/s = \star 20$  ★ 0~5の範囲にある整数である)

【化3】



( $R_7, R_8$ は、水素、又は炭素数1以上の低級アルキル基であり、 $p1, p2, p3, q1, q2, q3$ は、 $p1 \geq 3, p2 \geq 3, p3 \geq 3, q1 \geq 0, q2 \geq 0, q3 \geq 0, q1/p1 = 0 \sim 5, q2/p2 = 0 \sim 5, q3/p3 = 0 \sim 5, p1+q1 \geq 10, p2+q2 \geq 10, p3+q3 \geq 10$ である整数である)

【請求項2】 イオン性化合物を溶解可能な有機化合物を含有している請求項1記載のイオン伝導性高分子化合物。

【請求項3】 エチレンオキシド重合体及びエチレンオキシド-プロピレンオキシド重合体の少なくとも一方を含有している請求項1記載のイオン伝導性高分子化合物。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電池、電気二重層キャパシタ、及びその他の電気化学デバイスの、構成材料と

して有効に用いることができるイオン伝導性高分子化合物に関するものである。

【0002】

【従来技術及びその問題点】 最近のマイクロエレクトロニクス化においては、各種電子機器のメモリーバックアップ用電源に代表されるように、電池の、電子機器内収納、エレクトロニクス素子や回路との一体化が行なわれている。そのため、小型、軽量、薄型で、更には高エネルギー密度を有する電池が要望されている。一次電池の分野では、既にリチウム電池などの小型、軽量の電池が実用化されている。しかし、その用途分野は限られたものであった。

【0003】 一方、従来、電気化学反応を利用した電池や、電池以外の電気化学デバイス、例えば電気二重層キャパシタ、エレクトロクロミック素子などの、電解質としては、一般に、液体電解質、特に有機電解液にイオン

性化合物を溶解してなるものが用いられてきた。しかし、液体電解質を用いた場合には、部品外部への液漏れ、電極物質の溶出、揮発などが発生しやすいため、長期信頼性が劣ったり、封口工程で電解液が飛散したりすることが問題となっていた。そこで、これらの問題を解決する手段、即ち、耐漏液性、長期信頼性などを向上させる手段の一つとして、高いイオン伝導性を有するイオン伝導性高分子化合物が、報告され、更に研究が進められている。

【0004】現在研究されているイオン伝導性高分子化合物は、エチレンオキシドを基本単位とするホモポリマー又はコポリマーの直鎖状高分子、網状架橋高分子又は樹型高分子などである。そして、低温でのイオン伝導度を上げることが目的として、網状架橋高分子又は樹型高分子として結晶化を防ぐことが提案され、実施されている。特に、網状架橋高分子を用いたイオン伝導性高分子化合物は、機械的強度が大であり、且つ低温でのイオン伝導度が良好であるため、有用である。

【0005】イオン伝導性高分子化合物を用いた電気化学セルについては、特許文献などに広く記載されており、その特許文献としては、例えば、アーマンド (Armand) らによる米国特許第4, 303, 748号 (1981)、ノース (North) による米国特許第4, 589, 197号 (1986)、フーパー (Hooper) らによる米国特許第4, 547, 440号 (1985) などがある。これらのセルの特徴として挙げられるのが、ポリエーテル構造を有する高分子化合物中にイオン性化合物を溶解してなるイオン伝導性高分子化合物を用いた点である。

【0006】ところで、電気化学反応を利用した電池や電池以外の電気化学デバイスなどの、電解質として、イオン伝導性高分子化合物を用いるためには、高いイオン伝導性と機械的特性 (機械的強度や柔軟性など) を併せ持つ必要がある。しかし、この特性は相反するものである。例えば、上記特許文献の多くでは、室温以下でのイオン伝導度が実用範囲以下であるために、主に昇温した状態で作動させている。そこで、イオン伝導度の向上を図る簡単な方法として、例えば、特開昭59-149601号、特開昭58-75779号、米国特許第4, 792, 504号などにおいて、イオン伝導性高分子化合物に有機溶媒 (特に好ましくは、高誘電率有機溶媒) を添加して固体状態を保持する方法が提案されている。しかし、その方法では、イオン伝導度は確実に向上するが、機械的強度は著しく低下する。

【0007】また、イオン伝導性高分子化合物を電気化学デバイスの電解質として用いる場合には、内部抵抗を低くするために薄膜化することが必要となってくる。特に、薄型電池にとっては、重要である。イオン伝導性高分子化合物は、均一な薄膜を任意の形状に容易に加工することが可能であり、そのための方法も種々知られてい

る。例えば、イオン伝導性高分子化合物の溶液をキャストして、溶媒を蒸発、除去する方法、重合性モノマー又はマクロマーを基板上に塗布して、加熱重合する方法、活性光線の照射により硬化させる方法などがある。特に、活性光線の照射により硬化させる方法は、低温で短時間で処理することが可能であるため、作業性が向上するなどの長所を有する。

【0008】しかし、このような方法を用いると、均一な薄膜化は可能ではあるが、実際にイオン伝導性高分子化合物を電極間に積層して電池やエレクトロクロミック素子などを組立てた際に、電解質層が圧縮変形によって破損し、微短絡が生じることがあった。特に、イオン伝導性高分子化合物の大面积化を図ると、微短絡は更に生じやすかった。また、例えば、負極活物質としてリチウム金属を用いた電池の場合には、放電時にリチウム金属がリチウムイオンとなって溶出し、負極の体積が減少するとともに、正極中にリチウムイオンが取込まれることによって正極の体積が増加するが、このような変化に対応できる特性が、イオン伝導性高分子化合物には要求されることとなる。従って、イオン伝導性高分子化合物を均一に薄膜化するためには、その機械的強度の向上がイオン伝導性 (特に、室温以下でのイオン伝導度) と共に重要である。

【0009】イオン伝導性高分子化合物を電解質層として用いた場合の、電解質層の破損や微短絡を防止する方法としては、イオン伝導性高分子化合物中に無機酸化物を含有させる方法が種々報告されている (特開平2-155173、同2-174071など)。しかし、上記無機酸化物の表面には、-OH基などの官能基が存在するため、この官能基によって、電池やエレクトロクロミック素子などを組立てた際に副反応が生じる危険性が高かった。この副反応は、特に電池の場合に、長期に渡って保存した際に、放電容量の低下、サイクル特性の低下という形で、顕著に現れる。

【0010】

【発明の目的】本発明は、上記のような現状に鑑みてなされたものであり、イオン伝導性及び機械的特性が共に優れているイオン伝導性高分子化合物を提供することを目的とするものである。

【0011】

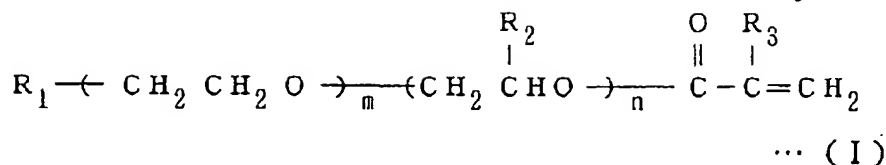
【目的を達成するための手段】本発明のイオン伝導性高分子化合物は、1種以上のイオン性化合物を溶解状態で含有しており、式(I)、式(II)、及び式(III)で示される各高分子化合物の内の少なくとも式(III)の高分子化合物を、重合してなるものであることを特徴としている。

【0012】

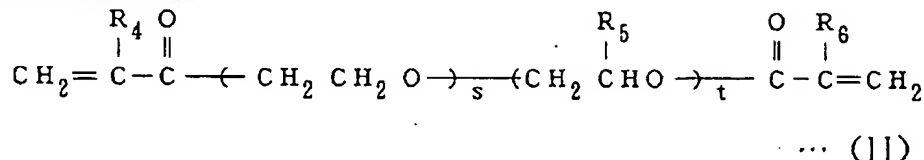
【化4】

5

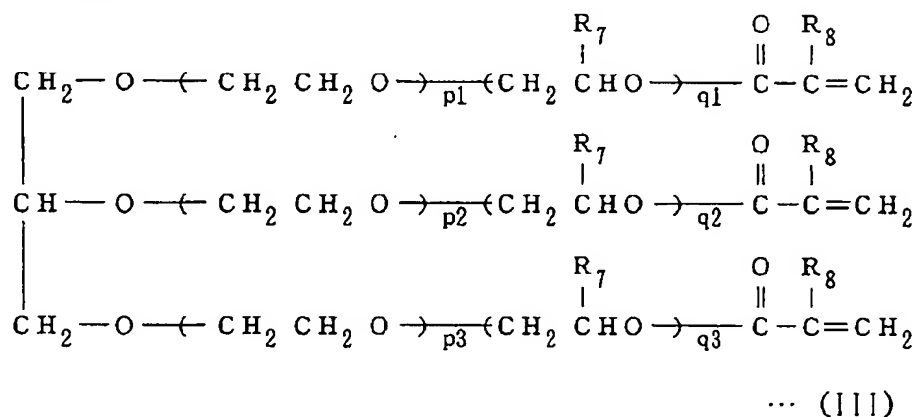
6



( $R_1, R_2, R_3$ は、水素、又は炭素数1以上の低級アルキル基であり、 $m, n$ は、 $m \geq 1, n \geq 0, n/m = 0 \sim 5$ の範囲にある整数である) \* 【0013】  
\* 【化5】



( $R_4, R_5, R_6$ は、水素、又は炭素数1以上の低級アルキル基であり、 $s, t$ は、 $s \geq 3, t \geq 0, t/s = 0 \sim 5$ の範囲にある整数である) ※ 【0014】  
※ 【化6】



( $R_7, R_8$ は、水素、又は炭素数1以上の低級アルキル基であり、 $p1, p2, p3, q1, q2, q3$ は、 $p1 \geq 3, p2 \geq 3, p3 \geq 3, q1 \geq 0, q2 \geq 0, q3 \geq 0, q1/p1 = 0 \sim 5, q2/p2 = 0 \sim 5, q3/p3 = 0 \sim 5, p1+q1 \geq 10, p2+q2 \geq 10, p3+q3 \geq 10$ である整数である)

【0015】イオン性化合物としては、例えば、 $LiClO_4, LiBF_4, LiAsF_6, LiPF_6, LiI, LiBr, Li_2B_{10}Cl_{10}, LiCF_3SO_3, LiCF_3CO_2, LiSCN, NaI, NaSCN, NaBr, NaClO_4, KClO_4, KSCN$ などの、 $Li, Na$ 、又は $K$ の1種を含む無機イオン塩、 $(CH_3)_4NBF_4, (CH_3)_4NBr, (C_2H_5)_4NClO_4, (C_2H_5)_4NI, (C_2H_5)_4NBr, (n-C_4H_9)_4NClO_4, (n-C_4H_9)_4NI, (C_2H_5)_4N-maleate, (C_2H_5)_4N-benzoate, (C_2H_5)_4N-phthalate$ などの四級アンモニウム塩、ステアリルスルホン酸リチウム、オクチルスルホン酸ナトリウム、ドデシルベンゼンスルホン酸リチ

ウムなどの有機イオン塩が挙げられる。これらのイオン性化合物は、2種以上を併用してもよい。

【0016】イオン性化合物の配合割合は、上記高分子化合物のエーテル結合酸素に対して、イオン性化合物が0.0001から5.0モルの割合であり、特に0.005から2.0モルであることが好ましい。このイオン性化合物の使用量があまり多すぎると、過剰のイオン性化合物、例えば無機イオン塩が解離せず、単に混在するのみとなり、イオン伝導度を逆に低下させる結果となる。また、イオン性化合物の適当な配合割合は、電極活物質によって異なる。例えば、層状化合物のインターカレーションを利用した電池においては、電解質のイオン伝導度が最大となる付近が好ましく、ドーピング現象を利用した導電性高分子を電極活物質として使用する電池においては、充放電による電解質中のイオン濃度の変化に対応し得る必要がある。

【0017】イオン性化合物の含有方法については特に制限はないが、例えば、メチルエチルケトンやテトラヒ

ドロフランなどの有機溶媒に溶解させて、上記高分子化合物に均一に混合した後、有機溶媒を真空減圧により除去する方法などが挙げられる。

【0018】また、上記イオン伝導性高分子化合物に、イオン性化合物を溶解可能な有機化合物を含有させてもよい。これによれば、イオン伝導性高分子化合物は、その基本骨格を変えることなく、イオン伝導度が著しく向上する。

【0019】イオン性化合物を溶解可能な有機化合物としては、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネートなどの環状炭酸エステル； $\gamma$ -ブチロラクトンなどの環状エステル；テトラヒドロフラン又はその誘導体、1, 3-ジオキサン、1, 2-ジメトキシエタン、メチルジグリムなどのエーテル類；アセトニトリル、ベンゾニトリルなどのニトリル類；ジオキソラン又はその誘導体；スルホラン又はその誘導体などが挙げられる。これらは、単独で、又は2種以上混合して用いてもよい。なお、これらに限定されるものではない。また、その配合割合及び配合方法は任意である。

【0020】また、上記イオン伝導性高分子化合物に、エチレンオキシド重合体及びエチレンオキシド-プロピレンオキシド重合体の少なくとも一方を含有させてもよい。これによれば、イオン伝導性高分子化合物の成膜性や機械的強度が著しく向上する。なお、これらの重合体は、できるだけ高分子量であることが望ましく、平均分子量20000以上、更には100000以上であることが望ましい。分子量が小さいと、機械的強度を向上させる効果が殆んど現れない。また、エチレンオキシド-プロピレンオキシド重合体としては、エチレンオキシド単位（EO）及びプロピレンオキシド単位（PO）の組成比（モル比）が、 $0 < (PO/EO) \leq 5$ の範囲であることが好ましいが、特に限定されるものではない。エチレンオキシド重合体として、例えば、主鎖直鎖型ポリエチレンオキシドが挙げられる。

【0021】上記イオン伝導性高分子化合物を用いて電池のセパレータを形成する場合には、次の方法を採用できる。即ち、①上記イオン伝導性高分子化合物を単独でシート状に形成し、これを正極と負極の間に配置する、②正極又は負極に、上記イオン伝導性高分子化合物の構成材料である高分子化合物を含有した溶液を、塗布し、重合させることにより硬化させて複合化する。

【0022】また、上記イオン伝導性高分子化合物を電池の電極の構成材料として用いる場合には、上記イオン伝導性高分子化合物の構成材料である高分子化合物を活物質などとともに混合し、重合させることにより硬化させる。

【0023】上記イオン伝導性高分子化合物の構成材料である高分子化合物を含有した溶液を塗布する方法としては、例えば、アプリケーションロールなどのロールコーティング、スクリーンコーティング、ドクターブレード

法、スピンコーティング、バーコーダーなどの手段を用いて均一な厚みに塗布する方法を用いることが望ましいが、これらに限定されるものではない。なお、これらの手段を用いれば、上記イオン伝導性高分子化合物を、正極や負極の表面上に、任意の厚み及び任意の形状に配置することが可能となる。

【0024】また、上記イオン伝導性高分子化合物の構成材料である高分子化合物を重合させる方法としては、熱処理又は電離性放射線照射処理が挙げられる。電離性放射線としては、 $\gamma$ 線、X線、電子線、中性子線などが挙げられる。上記構成材料である高分子化合物は、重合されて、架橋ネットワーク構造を有する上記イオン伝導性高分子化合物を形成するが、この過程において、電離性放射線を照射する方法は非常に効率的に作用する。即ち、電離性放射線の照射量を制御することにより、電離性放射線のエネルギー効率だけでなく、例えば、上記イオン伝導性高分子化合物の架橋度も、容易にコントロールすることができ、従って、電気化学的に最適な電極や電解質を得ることが可能となる。しかも、電離性放射線を照射する方法によれば、偏りのない理想的な架橋ネットワーク構造が実現できるため、機械的特性及びイオン伝導性に優れたイオン伝導性高分子化合物の作製が可能となる。

【0025】上記イオン伝導性高分子化合物を電池の構成材料として用いる場合において、正極活物質としては、以下の物質が挙げられる。即ち、 $CuO$ 、 $Cu_2O$ 、 $Ag_2O$ 、 $CuS$ 、 $CuSO_4$ などのI族金属化合物、 $TiS_2$ 、 $SiO_2$ 、 $SnO$ などのIV族金属化合物、 $V_2O_5$ 、 $V_6O_{13}$ 、 $VO_x$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $Sb_2O_3$ などのV族金属化合物、 $CrO_3$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $MoS_2$ 、 $WO_3$ 、 $SeO_2$ などのVI族金属化合物、 $MnO_2$ 、 $Mn_2O_3$ などのVII族金属化合物、 $Fe_2O_3$ 、 $FeO$ 、 $Fe_3O_4$ 、 $Ni_2O_3$ 、 $NiO$ 、 $CoS_2$ 、 $CoO$ などのVII族金属化合物、一般式 $Li_xMX_2$ 、 $Li_xMNX_2$ （M、NはIからVII族の金属、Xは酸素、硫黄などのカルコゲン化合物を示す）などで表される、例えば、リチウム-コバルト系複合酸化物、リチウム-マンガン系複合酸化物などの金属化合物、更に、ポリピロール、ポリアニリン、ポリパラフェニレン、ポリアセチレン、ポリアセン系材料などの導電性高分子化合物、擬グラファイト構造炭素質材料などである。なお、これらに限定されるものではない。

【0026】また、負極活物質としては、リチウム-アルミニウム、リチウム-鉛、リチウム-スズ、リチウム-アルミニウム-スズ、リチウム-ガリウム、ウッド合金などのリチウム金属含有合金、リチウム金属、炭素質材料などが挙げられる。これらは、2種以上を併用してもよい。なお、炭素質材料としては、例えば、X線回折などによる分析結果が表1に示されるもの、異方性のピッチを2000℃以上の温度で焼成した炭素質粉末（平均

粒子径15 $\mu$ m以下)、炭素繊維などが好ましい。

＊【表1】

【0027】

＊

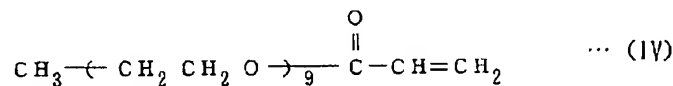
格子面間隔 (d 0 0 2)	3. 35～3. 40 Å
a 軸方向の結晶子の大きさ	L a    200 Å以上
c 軸方向の結晶子の大きさ	L c    200 Å以上
真密度	2. 00～2. 25 g/cm <sup>3</sup>

【0028】また、電池の電極は、上記活物質を結着剤で結合してシート状又はベレット状としたものが、一般的に用いられるが、この場合、必要に応じて、グラファイト、カーボンブラック、アセチレンブラックなどのカーボン（このカーボンは、負極活物質として用いるカーボンとは全く異なる特性を有するものである）や、金属粉末、導電性金属酸化物などの導電材料を混合して、電子伝導の向上を図ってもよい。また、複合正極、複合負極を製造する場合に、均一な混合分散系を得るために、数種の分散剤と分散媒を加えてもよく、更に増粘剤、増量剤、粘着補助剤などを添加してもよい。

【0029】また、上記イオン伝導性高分子化合物を用いて電気二重層コンデンサを構成する場合において、その電極材料としては、電解コンデンサにおける酸化膜誘電体の容量が関与しないような電極材料、例えば比表面積が大きく且つ電気化学的に不活性である活性炭又は炭素繊維などのカーボン材料が挙げられるが、上記イオン伝導性高分子化合物をそのカーボン材料のバインダーとして用いることが好ましい。なお、イオン伝導性高分子化合物以外の物質（例えばポリテトラフルオロエチレンなど）を用いる方法もあるが、この場合において、上記イオン伝導性高分子化合物を併用してもよい。

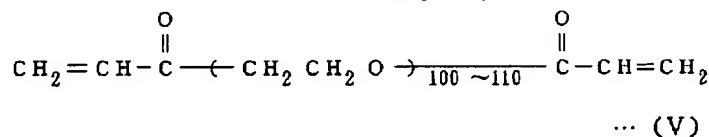
【0030】

※



【0034】

★ ★【化8】



【0035】

【化9】

※【作用】本発明のイオン伝導性高分子化合物は、架橋ネットワーク構造のアモルファス化が促進されたものとなる。従って、①柔軟性や機械的強度、即ち機械的特性は向上する。このため、薄膜化しても、更には薄膜の大面积積化を図っても、微短絡は生じない。また、多様な形状がとれることとなり、電極面に配置する場合には、密着性が向上する。②結晶化温度が低くなり、イオンの動きが容易になり、室温以下の温度範囲におけるイオン伝導度が向上する。即ち、イオン伝導性が向上する。

【0031】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づき説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

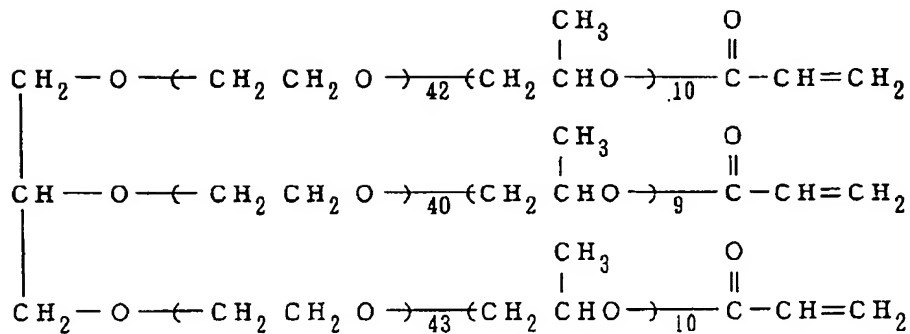
【0032】（実施例1）式（IV）、式（V）、及び式（VI）の各高分子化合物を4：4：2の重量比率で混合してなる高分子混合物30重量部に、LiC1O<sub>4</sub>6重量部及びプロピレンカーボネート64重量部を混合し（混合物A<sub>1</sub>）、混合物A<sub>1</sub>を、ガラス板上にキャストし、不活性ガス雰囲気中にて10Mradの電子線を照射して硬化させた。これにより、膜厚100 $\mu$ mのイオン伝導性高分子化合物からなる薄膜が得られた。

【0033】

【化7】

11

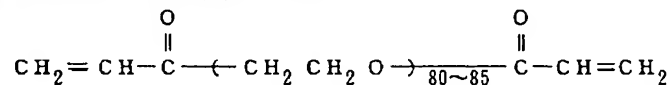
12



… (VI)

【0036】（実施例2）実施例1と同じ混合物A<sub>1</sub>を得、混合物A<sub>1</sub>100重量部とポリエチレンオキシド（平均分子量：150000）0.2重量部とを混合し、この混合物を、実施例1と同様にして硬化させた。これにより、膜厚100μmのイオン伝導性高分子化合物からなる薄膜が得られた。

【0037】（比較例1）式（IV）と式（VII）の各高分子化合物を6：4の重量比率で混合してなる高分子混合\*



… (VII)

【0039】実施例1、2及び比較例1で得られたイオン伝導性高分子化合物からなる薄膜について、下記の試験方法により、イオン伝導度及び引っ張り強度を測定した。その結果を表2に示す。

【0040】〔イオン伝導度測定方法〕イオン伝導性高分子化合物からなる薄膜を13mmφに打ち抜いて試験片を形成し、Pt電極を用いた導電率測定セルを用いて、試験片の電極間における交流インピーダンスを測定し、複素インピーダンス解析を行なってイオン伝導度を求めた。なお、測定装置としては、ソラトーン（Solatorm）社製の、1286 エレクトロケミカル インターフェス※

\*物30重量部に、LiClO<sub>4</sub>6重量部及びプロピレンカーボネート64重量部を混合し、この混合物を、実施例1と同様にして硬化させた。これにより、膜厚100μmのイオン伝導性高分子化合物からなる薄膜が得られた。

【0038】

【化10】

※ース（ELECTROCHEMICAL INTER-FACE）、1255 エッチエフ フリークエンシー レスポンス アナライザー（HF FREQUENCY RESPONSE ANALYZER）を用いた。

30 【0041】〔引っ張り強度測定方法〕イオン伝導性高分子化合物からなる薄膜を幅4.0mm、厚さ100μmの形状に切り抜いて試験片を形成し、島津製作所製のオートグラフDCS-2000を用いて引っ張り強度を測定した。

【0042】

【表2】

	イオン伝導度 (S/cm)			引っ張り強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
	25℃	0℃	-20℃	
実施例1	1.7×10 <sup>-3</sup>	7.0×10 <sup>-4</sup>	2.2×10 <sup>-4</sup>	1.8
実施例2	1.8×10 <sup>-3</sup>	6.9×10 <sup>-4</sup>	2.1×10 <sup>-4</sup>	1.9
比較例1	1.2×10 <sup>-3</sup>	5.9×10 <sup>-4</sup>	1.2×10 <sup>-4</sup>	0.8

【0043】表2からわかるように、実施例1、2のイオン伝導性高分子化合物からなる薄膜は、比較例1のものに比して、イオン伝導度及び引っ張り強度が共に優れている。特に、低温におけるイオン伝導度が優れている。また、実施例2のものは、ポリエチレンオキシドを

含有しているため、実施例1のものよりも、僅かではあるが、引っ張り強度が優れている。

【0044】また、実施例1、2及び比較例1のイオン伝導性高分子化合物からなる薄膜について、90°折り曲げ試験及び180°折り曲げ試験を実施して、柔軟性

につき検討した。実施例1、2のものでは、いずれの試験においても割れを生じなかったが、比較例1のものでは、いずれの試験においても割れを生じた。

【0045】更に、比較例1のイオン伝導性高分子化合物からなる薄膜では、イオン伝導度を測定する際に破損しやすく、また、引っ張り強度を測定するための均一な薄膜が得られにくい、などの問題が生じた。そのため、測定サンプル80セル中、12セルにおいて薄膜の破

損、短絡が生じた。

【0046】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、イオン伝導性及び機械的特性が共に優れているイオン伝導性高分子化合物を提供することができる。従って、例えば、電池のセパレータとして用いる場合において、薄膜化しても微短絡が生じるのを防止でき、更には薄膜の大面积化を図っても微短絡が生じるのを防止できる。